



# Bitkilerde Kalite ve Kantite Kaybına Neden Olan *Alternaria alternata*'ya Karşı Bazı Fungisitlerin *in vitro* Etkinlikleri

## *In vitro* Efficacy of Some Fungicides Against *Alternaria alternata* Causing Quality and Quantity Loss in Plants

Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR<sup>1\*</sup>, Murat DİKİLİTAŞ<sup>2</sup>, Berfin KILINÇ<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa 63300, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3374-5602>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-7399-4750>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-7086-0255>

### To cite this article:

Güldür, M., Dikilitaş, M. & Kılınç, B. (2024). Bitkilerde kalite ve kantite kaybına neden olan *alternaria alternata*'ya karşı bazı fungusitlerin *in vitro* etkinlikleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 28(1): 60-69  
DOI: 10.29050/harranziraat.1325585

### \*Address for Correspondence:

Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR  
e-mail: mguldur@harran.edu.tr

### Received Date:

12.07.2023

### Accepted Date:

09.11.2023

© Copyright 2018 by Harran University  
Faculty of Agriculture. Available on-line  
at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

### ÖZ

Orman ağaçları ile sebze ve meyvelerde önemli kayıplara yol açan *Alternaria alternata*, ruhsatlı fungusitler ile kontrol edilmek istemesine rağmen arzu edilen sonuç elde edilememektedir. Bu çalışmada etmene karşı bazı fungusitlerin aktif maddeleri (Fosforoz asit (D\*), Thiophanate methyl + Tetraconazole (Y\*), Pyraclastrobin + Fluxapyroxad (P\*), Metrafenone (V\*), Azoxystrobin + Propiconazole (As), Azoxystrobin + Cyproconazole (Ar)) ile bunların çeşitli kombinasyonları test edilmiştir. Çalışmada tüm fungusitlerin arazi koşullarındaki dozları (mg L<sup>-1</sup>) kullanılmış ve her uygulama dört tekerrürlü olarak yapılmıştır. Saf olarak Patates Dekstroza Agar (PDA) ortamında geliştirilen *A. alternata* izolatlarından elde edilen miselyal diskler (9 mm çap) ilgili fungusit solüsyonlarına 45 saniye süre ile batırılmış ve PDA ortamına aktarılmıştır. Çalışmada izolatların miselyal gelişme çapları iki gün ara ile ölçülmüş ve deneme sonunda izolatların fungusitlere karşı gösterdikleri % engellenme oranları hesaplanmıştır. *A. alternata*'nın 18 günlük gelişimi sonucu misel engelleme oranı en etkili bulunan fungusitler sırası ile %90.6 ile P\*, %88.5 ile Ar\*, %84.8 ile As, %71.8 ile Y\* bulunurken en az etkili bulunan fungusitler ise %7.2 ile V\* ve %37.4 ile D\* olmuştur. Etmene karşı mücadelede *in vitro* koşullarda etkili bulunan fungusitlerin arazi koşullarında da etkili olabileceği ümitvar görülmüştür. Ayrıca P\* ve Ar\* aktif maddeli fungusitlerin karışımı, bu fungusitlerin tekli uygulanması ile kıyaslanmış, fungusit kombinasyonlarının etkinliği tartışılmıştır. *A. alternata*'ya karşı bu aktif maddelerin ruhsatlı olmaması ve alternatif fungusitlerin etkinliklerinin bilinmemesi, geniş konukçu kitlesine sahip olan ve farklı orman ve meyve ağaçları ile sebzeleri enfekte edebilen patojenin kimyasal mücadelesi üzerinde durulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Alternaria alternata*, fungusit, % etki, kombinasyon, Petri çapı

### ABSTRACT

The control of *A. alternata*, causes significant losses in forest trees, vegetables and fruits, with registered fungicides cannot provide the desired effect. In this study, active ingredients of new generation fungicides (Phosphorus acid (D\*), Thiophanate methyl + Tetraconazole (Y\*), Pyraclastrobin + Fluxapyroxad (P\*), Metrafenone (V\*), Azoxystrobin + Propiconazole (As), Azoxystrobin + Cyproconazole (Ar)) and various combinations there of were tested. In the study, the doses of all fungicides in field conditions (mg L<sup>-1</sup>) were used and each application was made with four replications. *A. alternata* grown on pure Potato Dextrose Agar (PDA) medium. Mycelial discs (9 mm diameter) obtained from isolates were immersed in the relevant fungicide solutions for 45 seconds and transferred to PDA medium. In the study, mycelial growth diameters of the isolates were measured with an interval of two days, and at the end of the experiment, the %

inhibition rates of the isolates against fungicides were calculated. As a result of the 18-day development of *A. alternata*, the most effective fungicides with mycelial inhibition rate were P\* with 90.6%, 88%, respectively. Ar\* with 5, As with 84.8%, Y\* with 71.8%, the least effective fungicides were V\* with 7.2% and D\* with 37.4%. It is hoped that fungicides, which are found to be effective in the fight against the agent *in vitro*, can also be effective in field conditions. In addition, the mixture of fungicides with P\* and Ar\* active substances was compared with the single application of these fungicides, and the effectiveness of the fungicide combinations was discussed. The fact that these active substances are not registered against *A. alternata* and the efficacy of alternative fungicides is not known, the chemical control of the pathogen, which has a wide host range and can infect different forest and fruit trees and vegetable crops, has been emphasized.

**Key Words:** *Alternaria alternata*, fungicide, % effect, combination, Petri diameter

## Giriş

*Kozmopolit saprofit fungal patojenlerinden olan ve Pleosporaceae* familyasına ait *Alternaria alternata* çok sayıda ürünü enfekte ederek en az %20 verim kayıplarına neden olmaktadır (Sanchez-Garcia ve ark., 2020). *Alternaria* spp. insan ve hayvan ortamları dahil olmak üzere hemen hemen her ortamda bulunan funguslardır (Patriarca, 2016). *Alternaria* spp. düşük besinli ortamlarda gelişimine devam edebildiği gibi bu koşullarda ilave enerjiye ihtiyaç duyulmaksızın hastalık oluşturabilmektedir (Brambilla ve ark., 2020). *A. alternata*'nın 100'den fazla konukçu bitkide hastalığa neden olduğu kaydedilmiştir (Deshieldsve ark., 2021). *A. alternata* doğrudan ürün kaybı, hasat sonrası bozulma veya mikotoksinler yolu ile kalite ve kantite kaybına neden olarak insan ve hayvan sağlığı üzerinde de olumsuz etkiye sahiptirler (da Cruz Cabral ve ark., 2019). *A. alternata* uygun koşullarda çimlenen konidileri ile *appresorium* oluşturarak seluloz içeren bitki hücre duvarlarını parçalama yeteneğine sahiptir (Mohan ve ark., 2015). *Alternaria* enfeksiyonları genellikle konukçu bitkinin yapraklarında ve gövdelerinde görülür (Tralamazza ve ark., 2018). Yaprak lekeleri, klorotik halelerle çevrili siyah nekrotik lezyonlarla spesifiktir. Yaprak nekrozu, yaprağı tüketilen sebzelerin pazarlanabilirliğinin azalmasına neden olabilir. Ayrıca meyve ağaçlarında, fotosentez alanını daraltarak verim kaybına neden olabilir (Schiro ve ark., 2018). *Alternaria* spp. meyveler üzerinde lekeler ve ayrıca hasat sonrası kayıplara da neden olmaktadır (Moretti ve ark., 2017; Tomas ve ark., 2019). Güney Afrika'daki Red Delicious elma çeşitlerinde meydana gelen yıllık %6-8'lik

kayıpların *Alternaria* kuru çürüklüğünden kaynaklandığı rapor edilmiştir. Etmen depolanmış ürünler üzerinde de etkili olmaktadır. Buğday danelerinde tarla ve depo koşullarında gelişim gösterdiği bilinmektedir (Barkat ve ark., 2016). Depo koşullarında fungusun mikotoksin ürettiği de bildirilmiştir (Colovic ve ark., 2019). Mikotoksinler, funguslar tarafından üretilen seçici toksinler olup *Alternaria* spp.'den 30 farklı toksin tanısı yapılmıştır. *A. alternata*'nın ise Alternariol Monometil Eter (AME), Alternariol (AOH), Alvertoxin I (ATX-I), Alvertoxin II (ATX-II), Alvertoxin III (ATX-III) mikotoksinleri ürettiği ve *Alternaria*'nın en çok mikotoksin üreten türü olduğu bildirilmiştir (Kaya ve Zorba, 2021). *Alternaria* mikotoksinleri meyve ürünleri ve meyve suları ile buğday ve bitkisel yağlar gibi ürünlerde tespit edilmiştir (Mujahid ve ark., 2020). Kontaminasyondan sorumlu türlerin genellikle *A. infectoria* veya *A. alternata* olduğu bildirilmektedir (Escriva ve ark., 2017). *Alternaria* cinsi ve özellikle *A. alternata* türü, ayrıca alerji, astım ve kronik rinosinüzit gibi insan solunum yolu hastalıkları ile sıklıkla ilişkilendirilmiştir (Barac ve ark., 2018). Özellikle bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda akciğer veya deri altı enfeksiyonları yaptığı rapor edilmiştir (Puvaca, ve ark., 2020).

*Alternaria* etmenleri bitkilerde önemli kayıplara yol açtığı gibi insan ve hayvanlarda da çeşitli enfeksiyonlara neden olduğundan bu etmenin mücadelesinde her yaklaşım ciddiyetle ele alınmalı, etmenin erken safhada elimine edilmesi toksin üretim potansiyeli açısından büyük önem arz etmektedir.

Hastalığı etkili bir şekilde kontrol altına almak için büyüme mevsimi boyunca çoklu fungusit uygulamaları tavsiye edilmiştir (Rosenzweig ve

ark., 2008; Horsfield ve ark., 2010). Ancak bu durumun çevre sorunu yanında fungusit duyarlılığının azalmasına da yol açtığı unutulmamalıdır. Örneğin, Boscalid adlı fungusit, 2003 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde ve 2008'de Almanya'da patateslerde erken yanıklığın kontrolü için tescil edilmiş ve o zamandan beri düzenli olarak uygulanmaktadır. Ancak, 2009 yılında ilk kez ABD Idaho'da *Alternaria solani*'de Boscalid direnci tespit edilmiştir. (Wharton ve ark., 2012). *A. solani* fungusit duyarlılığının kısmi kaybına ek olarak (Leiminger ve ark., 2014), Boscalid'e karşı direnç raporları da artmıştır (Gudmestad ve ark., 2013). Yine bir diğer çalışmada Boscalid bazlı fungusitlerin 'Endura® (%70 boscalid) ve Pristine® (%25.2 boscalid ve %12.8 piraclostrobin)' 2003 yılında Kaliforniya'da fıstık ağaçlarında ve diğer çalışmalarda etkinliğini kaybettiği belirlenmiştir (Avenot ve Michailides, 2007). Akdeniz iklim bölgelerinde, domates ekim alanlarında görülen *Alternaria solani*'ye karşı yapılan bir çalışmada, maneb ve mancozeb aktif maddeleri yüksek oranda etki gösterirken captan, thiram ve propineb aktif maddelerinin daha az oranda etki gösterdiği saptanmıştır (Delen ve ark., 1991). Turunçgil kahverengi yaprak lekesi (*Alternaria alternata citri*)'ne karşı yapılan bir fungusit direnç çalışmasında ise Iprodione, Propineb,

Proxymidone ve Propiconazole etken maddelerinin ilk zamanlarda başarılı sonuçlar verdiği fakat sık kullanımı ile birlikte belirli bir süre sonra direnç sorunu oluşturduğu tespit edilmiştir (Yüksel ve Erkılıç, 2014).

Bu çalışmada ele alınan etken maddeli fungusitlerin laboratuvar koşullarında *A. alternata*'nın gelişimine etkileri tespit edilmiş, kombinasyonları ile kullanım potansiyelleri belirlenmiştir.

## Materyal ve yöntem

Bu çalışma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışmanın ana materyalini laboratuvardaki kültür stoğunda bulunan, meyve ağaçlarından izole edilen *A. alternata* ve 400 g/L Fosforoz asit (D\*), 233 g/L Thiophanate-methyl + 70 g/L Tetraconazole (Y\*), 150 g/L Pyraclostrobin + 75 g/L Fluaxapyroxad (P\*), 500 g/L Metrafenone (V\*), 62,5 g/L Propiconazole + 37,5 g/L Azoxystrobin+ (As\*), 200 g/L Azoxystrobin + 80 g/L Cyproconazole (Ar\*) aktif maddeli 6 adet fungusit oluşturmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1 Çalışmada kullanılan fungusitlerin etken maddeleri, etkili madde oranları ve özellikleri

Table 1 Active ingredients, effective ingredient ratios and properties of fungicides used in the study

Formülasyon <i>formulation</i>	Etken madde ve oranları <i>Active ingredient and rates</i>	Arazi Dozları (ml/L) <i>Field Doses (ml/L)</i>	Ticari isimler <i>trade names</i>
SL (Suda Çözünen Konsantre)	<a href="#">400 g/l Fosforoz Asit</a>	4 ml/L	D*
EC (Emülsiyon Konsantre)	<a href="#">150 g/l Pyraclostrobin + 75 g/l Fluaxapyroxad</a>	0.8 ml/L	P*
SE (Suspo-EmülsiyonKonsantre)	<a href="#">233 g/l Thiophanate-methyl + 70 g/l Tetraconazole</a>	1.6 ml/L	Y*
SC (Akıcı Konsantre/Süspansiyon Konsantre)	<a href="#">500 g/l Metrafenone</a>	0.2 ml/L	V*
SC (Akıcı Konsantre/Süspansiyon Konsantre)	<a href="#">62.5 g/l Propiconazole + 37.5 g/l Azoxystrobin</a>	2ml/L	As*
SC (Süspansiyon konsantre)	200 g/l Azoxystrobin + 80 g/l Cyproconazole	1 ml/L	Ar*

\* Fungisitlerin tam ticari adları markaların ticari özlük hakları gerekçesi ile verilmemiştir.

### Fungusların tek spor izolasyonu

*A. alternata* etmenine ait saf koloni elde etmek için stoktaki kültürden miseller alınmış ve antibiyotik (tetracycline) içeren PDA (Patates Dekstroz Agar; 39 g PDA/1 litre distile su) ortamına transfer edilmiştir (Kılınç, 2021). Petri kapları, 25°C'de 14 gün süre ile karanlık ortamda inkube edilmiştir. Tek spor izolasyon tekniği ile gelişmiş hiflerden küçük bir parça alınarak PDA ortamına ekimleri yapılmış ve tek spordan saf olarak gelişen kültürler *in vitro* fungusit çalışması için kullanılmıştır (Dikilitaş, 2003).

### Fungus izolatlarının muhafazası

Saf olarak elde edilen fungal izolatlardan alınan miselyal diskler (3 mm çap) PDA ortamı içeren Petri kaplarının içine yerleştirilmiş olan steril Whatman kağıtlarının üzerine yerleştirilerek 25±2°C'de 14 gün boyunca inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyon sonunda üzeri fungus ile kaplı olan Whatman kağıdı steril pens yardımı ile ortamdan alınıp steril Petri kapları içinde 3 gün boyunca inkubatörde kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan izolatlar steril kağıt zarfların içine konularak -20°C'de muhafaza edilmiştir. Ayrıca saf kültürden elde edilen miseller Eppendorf (1.5 mL) tüplere alınmış ve üzeri %15'lik gliserol stoğundan alınan 500 µL solusyon ile kaplanmış ve -20°C'de muhafaza edilmiştir.

### *Alternaria alternata* etmenine karşı bazı fungusitlerin etkinliği

Çalışmada ele alınan 400 g/L Fosforoz Asit (D\*), 150 g/L Pyraclostrobin + 75 g/L Fluaxapyroxad (P\*), 233 g/L Thiophanate-methyl + 70 g/L Tetraconazole (Y\*), 500 g/L Metrafenone (V\*), 62.5 g/L Propiconazole + 37.5 g/L Azoxystrobin (As\*) ve 200 g/L Azoxystrobin + 80 g/L Cyproconazole (Ar\*) fungusitlerinin arazi dozları mL<sup>-1</sup> düzeyinde hesaplanıp Petrilere aktarılmıştır. *A. alternata* miselleri bir mantar delici (9 mm) ile ana stoktan alınmış ve ilgili bu fungusit solusyonlarına 45 saniye batırılarak PDA ortamı içeren Petrilere merkezine yerleştirilmiştir. Fungal diskler fungusit içeren PDA ortamına alınmamış, tarla ve bahçedeki doğal durumu simule etmek için

45 saniye süre ile ilgili fungusit solusyonuna daldırmak sureti ile muamele edilmiştir (Dr. Murat Dikilitaş ile kişisel görüşme, Mayıs 2023 – otomasyona bağlı bahçe ve tarla ilaçlamalarında bitkiler üzerine hedeflenen kimyasalın miktarının yaklaşık 45 saniye süre içinde verildiği ve sonraki parsellere geçildiği tespit edilmiştir). Kontrol grubu için diskler steril distile suya batırılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerürlü olarak yapılmıştır. Petriler 25°C'de karanlıkta, kontrol grubuna ait Petri kaplarındaki miseller Petrilere tamamını kaplayana kadar inkube edilmişlerdir. İki günde bir Petrilere gelişen misellerin çapları yatay ve dikey şekilde ölçülüp çap ortalamaları alınmıştır. Deney sonunda Petrilere gelişen misellerin % etki değerleri Townsend-Heuberger Formülü'ne göre (1) fungusitli Petrilere gelişme oranlarının kontrol grubuna oranı ile hesaplanmıştır (Townsend ve Heuberger, 1943).

$$\text{Yüzde Etki} = (A-B)/A \times 100 \quad (1)$$

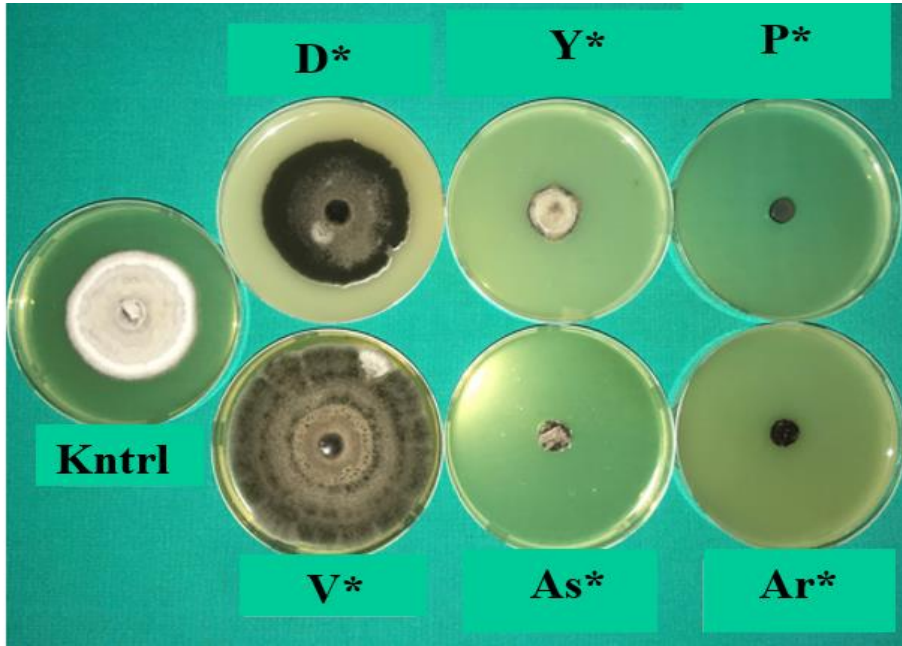
A: Kontrolde Miselyal Gelişim

B: Uygulamada Miselyal Gelişim

Çalışma sonunda, en iyi etki gösteren P\* (150 g/L Pyraclostrobin + 75 g/L Fluaxapyroxad) ve bir diğer etkili bulunan Ar\* 200 g/L Azoxystrobin + 80 g/L Cyproconazole fungusitlerinin karışımı tekrar test edilmiştir. Daha önceki aşamada olduğu gibi miselyal diskler (6 mm çap) fungusit solusyonlarına daha kısa bir sürede (10 saniye) batırılarak inkubasyona (25°C ve karanlıkta) bırakılmıştır. Kontrol grubu için miselyal diskler steril su ile muamele edilmiş ve PDA ortamında inkubasyona bırakılmıştır. Bu iki fungusitin ve karışım halinin etki değerleri hesaplanmıştır.

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

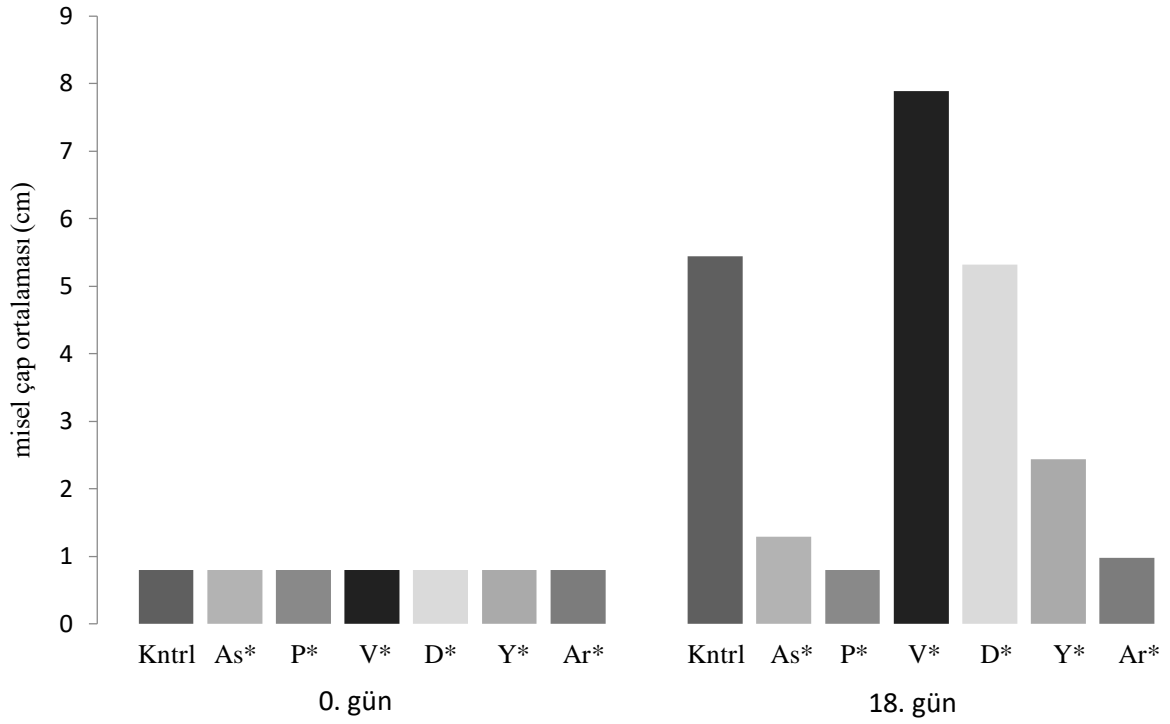
Çalışma, kontrol grubuna ait misellerin Petri kaplarını tamamen kaplaması ile sonlandırılmıştır (Şekil 1). Miselyal disklerin fungusit solusyonuna batırılması ve Petri kaplarına yerleştirilmesi ile çalışmanın başlatıldığı gün 0. gün olarak kabul edilmiş, çalışmanın bittiği günün (18. gün) ölçümleri esas alınarak hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 1. *Alternaria alternata* etmenine karşı yapılan fungisit çalışması sonucu Petri görüntüleri  
Figure 1. Petri images as a result of the fungicide study against *Alternaria alternata* agent

Her uygulamanın misel çap uzunlukları Petri kaplarının iki farklı tarafından ölçülmüş, ortalamaları alınmış ve her uygulamanın ortalaması belirlendikten sonra sonuçlar Şekil 2’de ifade edilmiştir. Buna göre, % engelleme veya % etki değeri açısından %7 oran ile V\* (metrafenone) ve %37.41 ile D\* (Fosforoz asit) aktif maddeleri en az etkili bulunan fungisitler olurken, %90.59 etki gösteren P\* (Pyraclostrobin + Fluaxapyroxad), %88.47 ile Ar\* (Azoxystrobin + Cyproconazole), %84.82 ile As\* (Azoxystrobin+Propiconazole) ve

%71.79 ile Y\* (Thiophanate-methyl + Tetraconazole) aktif maddeye sahip fungisitler oldukça etkili bulunmuşlardır. Kaliforniya’da *Pistacia vera*’da *A. alternata*’ya karşı uygulanan fungisitlerden pyraclostrobin etken maddesi hastalık etmenine karşı oldukça yüksek oranda direnç göstermiştir (Avenot, ve ark., 2015). Bu çalışmada ise pyraclostrobin etken maddesi içeren fungisit *Alternaria*’ya karşı etkili bulunmuştur.

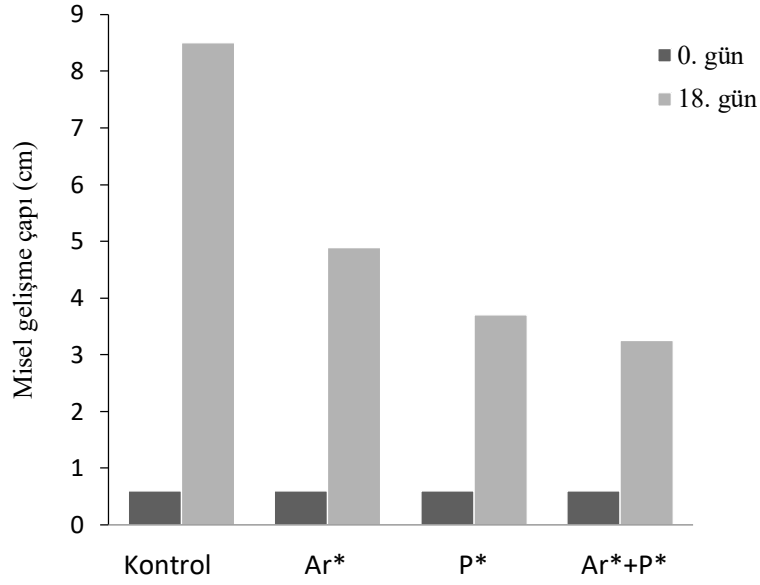


Şekil 2. Farklı fungusit koşullarında *Alternaria alternata*'nın gelişme durumları

Figure 2. Growth status of *Alternaria alternata* under different fungicide conditions

Bu çalışmada kullanılan etkili maddeye sahip fungusitlerin ülkemizde henüz direnç oluşturamayacak kadar yaygın olarak kullanılmadığı ve sık uygulama yapılmadığı için hedef funguslar üzerinde etkili olduğu tahmin edilmektedir. Hastalığı etkili bir şekilde kontrol altına almak için büyüme mevsimi boyunca çoklu fungusit uygulamaları gerektiğinden (Rosenzweig ve ark., 2008, Horsfield ve ark., 2010), bu tip çoklu fungusit uygulamalarının ülkemizde de fungusit direnci kazandıracığı endişesi ile, bu çalışmada etkili bulunan fungusitlerin etken maddelerinin farklı ticari isimler altında pazarlanması farklı fungusitler kullanıldığı düşüncesi ile yine bir etken

maddenin çoklu uygulaması anlamına geleceği göz ardı edilmemelidir. Bu çalışmada etkili bulunan iki fungusidin (P\* ve Ar\*) karışımları test edilerek etkinliği araştırılmış, çoklu fungusit uygulamasının azaltılması hedeflenmiştir. Böylece, karışımı yapılan etkili fungusitlerin doz azaltılması veya daha az sıklıkla uygulanmasının mümkün olup olmayacağı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, etkili bulunan fungusitler arasından (P\*) Pyraclastrobin + Fluxapyroxad etken maddeli ve (Ar\*) Azoxystrobin + Cyproconazole etken maddeli fungusitler karıştırılıp, bu fungusitlerin etkinlikleri Şekil 3'te verilmiştir.

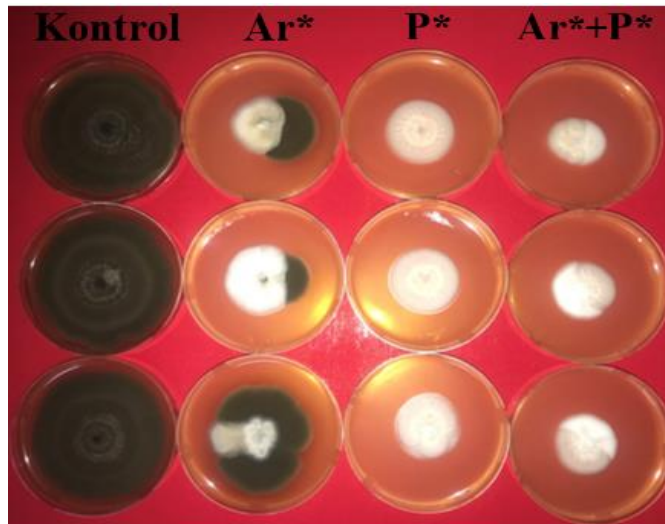


Şekil 3. *Alternaria* etmenine karşı etkili bulunan iki fungusitin kombinasyonu sonucu misel gelişme çapları grafiği

Figure 3. Graph of mycelial growth diameters as a result of combining two fungicides found to be effective against *Alternaria*.

*Alternaria* için uygulanan bu çalışma kontrol grubu misellerinin Petri kaplarını tamamen kaplaması sonucu (8.5 cm) 18 günde bitirilmiştir. Azoxystrobin + Ciproconazole (Ar\*) uygulaması 4.88 cm çapında gelişme gösterirken Pyraclastrobin + Fluxapyroxad (P\*) uygulama

grubu ise 3.7 cm'lik bir gelişme göstermiştir. Azoxystrobin + Ciproconazole ve Pyraclastrobin + Fluxapyroxad aktif maddelerin kombine uygulama grubu (Ar\*+P\*), 3.25 cm'lik çap ortalaması Ar\* ve P\* fungusitlerinin uygulama gruplarına kıyasla daha etkili bulunmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. En etkili bulunan iki fungusitin kombine uygulanması sonucu Petri kaplarındaki misel görünümü

Figure 4. Mycelial appearance in Petri dishes as a result of the combined application of the two most effective fungicides

Uygulanan fungusitler *Alternaria* etmeninin melanin pigmenti salgılamasını engelleyerek beyaz kolonizasyona yol açmıştır. Bu durumda hastalık

etmeninin melanin pigmenti yokluğunda enfeksiyon şiddetini kaybettiği söylenebilir. Fakat Azoxystrobin + Ciproconazole (Ar\*) aktif maddeli

fungisit belirli bir süre sonra tesirini kaybetmeye başladığında miseller pigment oluşturmaya başlamış ve koloni kenarından başlayarak koyu yeşil rengine bürünmüştür. Melanin ile patojen virülensliği arasındaki ilişki *Pyrenophora teres* fungusunda rapor edilmiş, fungal etmenin melanin içeriğinin patolojik enzimler ile ilişkisi ortaya konmuştur (Dikilitas ve ark., 2018).

Benzimidazollerin kullanıma girmesinden bu yana, seçici fungusitlerin çoğunun değişen düzeylerde direnç riski taşıdığı bilinmektedir (Thind, 2021). Yapılan bir çalışmada bazı mutasyonların *Botrytis cinerea*, *A. alternata*, *A. solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*'a karşı Boscalid içerikli fungusitlere karşı laboratuvar koşullarında direnç kazandığı tespit edilmiştir (Lendschood ve ark., 2017; Fernondez - Ortuno ve ark., 2017). Diğer bir çalışmada izole edilmiş birçok patojen fungus Boscalid dahil olmak üzere farklı fungusit aktivitelerini etkisiz hale getirerek farklı direnç mekanizmaları geliştirmiştir (Cherred ve ark., 2018). İki pestisit tek başına değil de ikili kombinasyonlar halinde uygulanmasının direnç gelişimini engellediği vurgulanmıştır (Schwarz ve ark., 2022). Mancozeb ve Klorothalonil fungusitlerinin kombinasyon halinde kullanılması patojen baskılamasına karşı iyi koruma sağlamıştır (Adams ve ark., 2015). Cyprodinile ve Fludioxonile kombinasyonları uzun yıllar kullanılması sonucu direnç oluşturduğu ve *B. cinerea*'ya karşı Fluopyram+Boscalid kombinasyonu düşük direnç gösterdiği bildirilmiştir (Weber ve ark., 2015). Yapılan başka bir çalışmada Phosphite ve Azoxystrobin+Siprokonazole karışımı mısırdaki *Bipolaris* etmenine etki etmediği fakat *Curvularia* etmenine etki ettiği tespit edilmiştir. Yine bir çalışmada *Phytophthora infestans*'a karşı uygulanan Azoxystrobine karşı etmenin direnç geliştirdiği Yang ve ark. (2021) tarafından bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise Azoxystrobin aktif maddesi içeren fungusitin *A. alternata* etmenine karşı melanin engellemesini belirli bir süre sonra durdurmuş fakat başka bir aktif madde ile kombinasyon halinde uygulanması sonucu misel kolonisi ve melanin pigmenti oluşumunu başarılı bir şekilde engellemiştir.

Fungisitlerde etken madde sayısının az olması direnç sorunlarına yol açmaktadır. Bundan dolayı kalıntı riski olan ve ruhsatlı olmayan ürünlere yönelim artmaktadır. Kombine uygulanan fungusitlerin direnç gelişimini geciktirdiği veya engellediği görülmüştür. Sık sık uygulanan pestisitler ve uygun olmayan dozlarda fungusit kullanımı direnç mekanizmasını geliştirmektedir. Bundan dolayı birçok dirençli fungus türlerinin tarımda önemli verim/kalite ve ekonomik kayıplara yol açacağı öngörülmektedir.

## Sonuçlar ve Öneriler

*Alternaria alternata* etmeni ile mücadele olanakları araştırılmış pas ve külleme hastalıklarına karşı ruhsatlı olan fakat daha önce *Alternaria*'ya karşı ruhsatlı olmayan etken maddeler ilk kez bu çalışmada kullanılmıştır. Fungisit çalışması sonucunda elde edilen verilere göre 6 fungusitten 4 tanesi etkili bulunmuştur. Misel kolonizasyonunun %50'sinden fazlasını engellemesi açısından etkili bulunan 4 fungusit, pyraclostrobin + fluaxapyroxad (P\*), propiconazole + azoxystrobin (As), Azoxystrobin + Cyproconazole (Ar\*) ve thiophanate-methyl + tetraconazole (Y\*) aktif maddeli fungusitler olmuştur. Metrafenone (V\*) ve Fosforoz Asit (D\*) aktif maddeli fungusitler önemli bir misel engelleme etkisi oluşturamamıştır. Hastalığı etkili bir şekilde kontrol altına almak için çoklu fungusit uygulaması yapılmıştır. Bunun için, Ar\* ve P\* fungusitlerinin etken maddeleri karıştırılıp (Ar\*+P\*) kontrole ve bu fungusit gruplarına oranla etkili olduğu görülmüştür. Bu çalışma çoklu fungusitlerin daha etkili olabileceğinin yanı sıra fungusit direncine karşı etkili olabileceği öngörülmüştür. Bölgemizde çeşitli orman ve meyve ağaçlarında enfeksiyon yapabilme kapasitesine sahip *A. alternata*'nın yaygınlığına karşı etmen ciddi boyutlara ulaşmadan önlem alınması gerekmektedir. Bu çalışma ile yeni fungusit grupları ve etkili bulunan fungusitlerin karışımları ile sık fungusit uygulamasının önüne geçilebileceği değerlendirilmiştir. İki ayrı etken maddeye sahip etkili bulunan fungusitlerin, *A. alternata*'da nasıl direnci azalttığı ve melanin sentezini düşürdüğü



ayrıca değerlendirilecektir.

### Yazarların Katkısı

Bu çalışma, Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR ve Murat DİKİLİTAŞ tarafından tasarlanmış ve Berfin KILINÇ ile M. Ertuğrul GÜLDÜR tarafından yürütülmüştür. Berfin KILINÇ makaleyi yazmış Murat DİKİLİTAŞ makaleyi okuyup gerekli düzeltmelerde bulunmuştur. Tüm yazarlar eşit şekilde makaleye katkı sağlamıştır.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

### Kaynakçalar

- Adams, M. L., Parada, C. H. and Quesada-Ocampo, L. M. (2015). Evaluation of fungicides for control of downy mildew in cucumber, Kinston 2014 *Plant Dis. Management*, 9, p. V081,10.1094/PDMR1009.
- Avenot, H. F., Michailides, T. J., (2007). Resistance to boscalid fungicide in *Alternaria alternata* isolates from pistachio in California. *Plant Dis.* 91, 1345e1350.
- Avenot, H. F., and Michailides, T. J. (2015). Detection of isolates of *Alternaria alternata* with multiple-resistance to fludioxonil, cyprodinil, boscalid and pyraclostrobin in California pistachio orchards. *Crop Protection*, 78, 214-221.
- Barac, A., Ong, D. S. Y., Jovancevic, L., Peric, A., Surda, P., Tomic Spiric, V. and Rubino, S. (2018). Fungi-Induced Upper and Lower Respiratory Tract Allergic Diseases: One Entity. *Front. Microbiol.* 2018, 9, 583, doi:10.3389/fmicb.00583
- Barkat, E.H., Hardy, G.E.S.J., Ren, Y., Calver, M. and Bayliss, K.L. (2016). Fungal contaminants of stored wheat vary between Australian states. *Australasian Plant Pathol.* 45, 621–628, doi:10.1007/s13313-016-0449-9
- Brambilla, A., and Sangiorgio, A. (2020). Mould growth in energy efficient buildings: Causes, health implications and strategies to mitigate the risk. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,132, 110093.
- Chagas, J. F. R., da Costa, R. V., dos Santos, G. R., Ventura, M. V. A., and Costa, E. M. (2020). Foliar fungal diseases control and productivity depending on the phosphite and fungicide application in two corn hybrids. *Biotechnologia Vegetal*, 20(1), 33-41.
- Colovic, R. Puvaca, N., Cheli, F., Avantaggiato, G., Greco, D., Duragic, O. Kos, J. and Pinotti, L. (2019). D. econtamination of Mycotoxin-Contaminated

Feedstuffs and Compound Feed. *Toxins*, 11, 617, doi:10.3390/toxins11110617

- da Cruz Cabral, L., Rodríguez, A., Delgado, J., and Patriarca, A. (2019). Understanding the effect of postharvest tomato temperatures on two toxigenic *Alternaria* spp. strains: growth, mycotoxins and cell-wall integrity-related gene expression. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99 (15), 6689-6695.
- Delen, N., Özbek, T., ve Yıldız, M. (1991). Iprodione'a Duyarlılığı Azalmış *Alternaria solani* İzolatları Üzerinde Araştırmalar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 7-11 Ekim, İzmir, 269-274.
- Desheids, Joseph B. and KC, Achala N. (2021). Morphological and Molecular Characterization of *Alternaria* spp. Isolated from European Pears. *Plant Disease*, 105.9: 2531-2540.
- Dikilitas, M. (2003). Effect of salinity and its interactions with *Verticillium albo-atrum* on the disease development in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and lucerne (*Medicago sativa* L and *M. media*) plants. Swansea University (United Kingdom).
- Dikilitaş, M., Çelik Oğuz, A. R. Z. U., and Karakaya, A. (2018). Extracellular protease activity and glucose production in isolates of net blotch pathogens differing in virulence. *Zemdirbyste-Agriculture*, 105(1).
- Escriva, L., Oueslati, S., Font, G. and Manyes, L. (2017). *Alternaria* mycotoxins in food and feed: an overview. *Journal of Food Quality*, 1569748.
- Fernandez-Ortuno, D., Perez-Garcia, A., Chamorro, M., de la Pena, E., de Vicente, A., and Tores, J. A. (2017). Resistance to the SDHI fungicides boscalid, fluopyram, fluxapyroxad, and penthiopyrad in *Botrytis cinerea* from commercial strawberry fields in Spain. *Plant disease*, 101(7), 1306-1313.
- Gudmestad, N. C., Arabiat, S., Miller, J.S. and Pasche, J.S., (2013). Prevalence and impact of SDHI fungicide resistance in *Alternaria solani*. *Plant Dis.* 97, 952e960.
- Horsfield, A., Wicks, T., Davies, K., Wilson, D. and Paton, S., (2010). Effect of fungicide use strategies on the control of early blight (*Alternaria solani*) and potato yield. *Australas. Plant Pathol.* 39, 368e375.
- Kasap, İ., ve Akyüz, G. (2017). Elma Yetiştiriciliğinde Kullanılan Bazı Pestisitlerin Kalıntı Etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*.
- Kaya, B., ve Zorba, N. N., (2021). *Alternaria* Genusu Üyelerinin Meyve ve Sebzeler Üzerine Etkileri. *Mantar Dergisi*, 12(2), 223-239.
- Kılınç, B. (2021). Şanlıurfa İlinde Antepfıstığı (*Pistacia Vera* L.) Ağaçlarında *Neoscytalidium Novaehollandiae*'nin Bulaşıklık Oranının Belirlenmesi, Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu ve in vitro Fungusit Duyarlılığı (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Landschoot, S., Carrette, J., Vandecasteele, M., De Baets, B., Höfte, M., Audenaert, K., and Haesaert, G. (2017).

- Boscalid-resistance in *Alternaria alternata* and *Alternaria solani* populations: An emerging problem in Europe. *Crop Protection*, 92, 49-59.
- Leiminger, J.H., Adolf, B. and Hausladen, H., (2014). Occurrence of the F129L mutation in *Alternaria solani* populations in Germany in response to QoI application, and its effect on sensitivity. *Plant Pathol.* 63, 640-650.
- Mohan, V., Nivea, R. and Menon, S. (2015). Evaluation of ectomycorrhizal fungi as potential bio-control agents against selected plant pathogenic fungi. *JAIR*, 3, 408-412.
- Mujahid, C. Savoy, M.-C. Basle, Q., Woo, P. M., Ee, E. C. Y., Mottier, P. and Bessaire, T. (2020). Levels of *Alternaria* Toxins in Selected Food Commodities Including Green Coffee. *Toxins*, 12, 595, doi:10.3390/toxins12090595
- Pasche, J.S., Wharam, C.M. and Gudmestad, N.C., (2004). Shift in sensitivity of *Alternaria solani* in response to QoI fungicides. *Plant Dis.* 88, 181e187.
- Patriarca, A. (2016). *Alternaria* in food products. *Current Opinion in Food Science*, 11, 1-9.
- Puvaca, N., Ljubojevic, D., Zivkov Balos, M., Duragic, O., Bursic, V., Vukovic, G., Prodanovic, R. and Boskovic, J. (2018). Occurrence of Mycotoxins and Mycotoxicosis in Poultry. *CDVS*, 2, 165-167, doi:10.32474/CDVS.2018.02.000130
- Rosenzweig, N., Atallah, Z. K., Olaya, G. and Stevenson, W.R., (2008). Evaluation of QoI fungicide application strategies for managing fungicide resistance and potato early blight epidemics in Wisconsin. *Plant Dis.* 92, 561e568.
- Sanchez-Garcia M, Ryberg M, Khan FK, Varga T, Nagy LG and. (2020). Fruiting body form, not nutritional mode, is the major driver of diversification in mushroom-forming fungi. *Proc Natl Acad Sci U S A*; 117:32528-32534 [View Article] [Google Scholar].
- Schiro, G., Verch, G., Grimm, V. and Müller, M., (2018). *Alternaria* and *Fusarium* Fungi: Differences in Distribution and Spore Deposition in a Topographically Heterogeneous Wheat Field. *JoF*, 4, 63, doi:10.3390/jof4020063
- Schwarz, J. M., Knauer, A. C., Allan, M. J., Dean, R. R., Ghazoul, J., Tamburini, G., and Albrecht, M. (2022). No evidence for impaired solitary bee fitness following pre-flowering sulfoxaflor application alone or in combination with a common fungicide in a semi-field experiment. *Environment International*, 164, 107252.
- Townsend, G. R., (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*, 27, 340-343.
- Tralamazza, S. M., Piacentini, K. C., Iwase, C. H. T., and de Oliveira Rocha, L., (2018). Toxigenic *Alternaria* species: impact in cereals worldwide. *Current opinion in food science*, 23, 57-63.
- Weber, R. W. S., Entrop, A-P., Goertz, A., and Mehl, A. (2015). Status of sensitivity of northern German *Botrytis* populations to the new SDHI fungicide fluopyram prior to its release as a commercial fungicide. *J Plant Dis Protect* 122:81-90.
- Wharton, P., Fairchild, K., Belcher, A. and Wood, E., (2012). First report of *in vitro* boscalid resistant isolates of *Alternaria solani* causing early blight of potato in Idaho. *Plant Dis.* 96, 454.
- Yang, L. N., Nkurikiyimfura, O., and Pan, Z. C. (2021) Plant diversity ameliorates the evolutionary development of fungicide resistance in an agricultural ecosystem. *J Appl Ecol* 58:2566-2578.
- Yüksel, F., ve Erkılıç, A. (2014). Turunçgillerde kahverengi yaprak lekke hastalığı etmeni *Alternaria alternata* f. sp. *citri* izolatlarına karşı bazı fungusitlerin etkinliğinin ve direnç oluşumunun belirlenmesi. *Ç. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. Cilt: 31-2.